

Análise da influência do pH e da temperatura na remoção de azul de metileno em solução aquosa⁽¹⁾.

Caroline Castanhetti Felizardo⁽²⁾; Lucas Domingui⁽³⁾.

Resumo Expandido

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Edital 012/2012, da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

⁽²⁾ Aluno do curso Técnico Integrado em Edificações; Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Criciúma – SC, ca.stanhette@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor do curso Técnico Integrado em Edificações; Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Criciúma – SC, lucas.domingui@ifsc.edu.br.

RESUMO: Nos últimos anos é crescente a preocupação com problemas ambientais, principalmente com a contaminação dos recursos hídricos. Isso faz com que se procurem alternativas de baixo custo e que não seja prejudicial ao meio ambiente para a solução deste problema. Um exemplo são as fibras naturais, como a fibra de bananeira. Estudos mostram que as fibras presentes na casca de bananeira tem um bom potencial de adsorção em metais pesados na água. O objetivo deste projeto foi analisar o potencial de adsorção de azul de metileno pela fibra de bananeira, variando a temperatura e o pH da solução. Analisando os resultados concluiu-se que existe a possibilidade do uso da fibra de bananeira como adsorvente do corante azul de metileno, a temperatura ambiente e a pH's básicos, com elevada eficiência.

Palavra Chave: Adsorção, biossorventes, efluentes têxteis.

INTRODUÇÃO

Na Conferência Internacional sobre a Água, realizado em Paris, no ano de 1998, o relatório das Nações Unidas (ONU) alertou para o fato de que a escassez de água ameaça dois terços da população do planeta (BELTRAME, 2000). Embora o Brasil possua 8 % das reservas de água, 70 % desta reserva hídrica se concentram na Amazônia (PERES; ABRAÃO, 1998). É de conhecimento comum que a região nordeste, especialmente, tem sofrido por muitos anos pela falta de água.

Devido ao crescimento populacional e ao aumento da atividade industrial, os problemas ambientais vêm se tornando cada vez mais frequentes o que contribui para a poluição das águas superficiais e subterrâneas (ROSSITER et al., 2012).

Dentro deste contexto, a indústria têxtil apresenta um destaque especial, pois origina grandes volumes de efluentes que, quando não tratados corretamente, podem causar sérios problemas de contaminação ambiental (KUNZ, 2002). Em seu processo produtivo, a indústria têxtil utiliza diversos tipos de corantes, pigmentos e auxiliares químicos que, ao serem processados, geram um efluente líquido com características específicas, necessitando tratamento adequado para atender a legislação ambiental e não causar danos ao meio ambiente (BASTIAN, 2009).

A grande complexidade desses efluentes e as imposições da legislação que exigem tratamentos eficientes, levou ao desenvolvimento de novas tecnologias que buscam o melhor tratamento, considerando custos, tempo e eficiência dos processos existentes na reciclagem e eliminação de toxicidade (OBARA-DOL; TROMBINI, 2012).

Alguns desses contaminantes são pouco tóxicos. Muitos têm origem sintética, o que os faz

mais estáveis, pois são projetados para serem resistentes ao desbotamento por produtos químicos, luz, altas temperaturas e degradação enzimática resultante da lavagem com altas temperaturas e degradação enzimática, tornando-os mais difíceis de biodegradar (AKZU; TEZER, 2005).

Os corantes catiônicos, assim como os corantes ácidos se ligam através de ligações iônicas com grupos de carga oposta presentes nas fibras, sendo hidrossolúveis (GUPTA; SUHAS, 2009).

O tingimento com corante catiônico polui o ar com as emissões atmosféricas, através das trocas de calor. Polui a água por que gera efluentes líquidos, provenientes do banho residual de tingimentos e águas de lavagem de materiais têxteis. Também polui o solo com a geração de resíduos (BASTIAN, 2009).

Um método de tratamento desse efluente muito utilizado por parte das indústrias é a adsorção. Esta se caracteriza pela adesão de partículas de um fluido a uma superfície sólida. A adsorção pode ser influenciada por variações de temperatura, de pressão, natureza do adsorvente, área de superficial, velocidade de agitação, pH, tempo de residência, entre outros. Este método permite a remoção de substâncias polares hidrossolúveis (FERNANDES et al., 2010).

Por ser uma fonte alternativa e de baixo custo, os adsorventes alternativos vêm ocupando o espaço do cartão ativo, que é um ótimo adsorvente, mas possui um alto custo industrial. Vários materiais adsorventes estão sendo utilizados para a remoção de contaminantes dos efluentes têxteis (GUPTA; SUHAS, 2009). Por exemplo, fibra de coco verde (SOUZA et al., 2007; MONTEIRO; YAMAURA, 2007), fibra de bagaço de cana de açúcar (CARVALHO et al., 2010; ALBERTINI; CARMO; PRADO FILHO, 2007), fibra de algodão (MUXEL; ALFAYA, 2008), casca de banana (RABELO;

ALBARELLI; BEPPU, 2009; ANWAR et al., 2010), casca de arroz e palha de milho (ASSIS; GORGULHO; MARTELLI, 2011), entre diversos outros trabalhos de pesquisa.

Considerando que a banana é a segunda fruta mais consumida no mundo, que o Brasil é o quinto maior produtor de banana (FAO, 2009) e que a bananeira apresenta um pseudocaule rico em fibras, estudo recente mostrou que as fibras presentes no pseudocaule da bananeira têm um bom potencial como adsorvente de azul de metileno dissolvido em água (FURMANSKI; COSTA; DOMINGUINI, 2012). Vale considerar também que as fibras naturais são biodegradáveis e, portanto, não agredem o meio ambiente.

Por outro lado, estudos demonstram ainda que fibras vegetais podem vir a ter sua capacidade adsorvente aumentada com tratamento químico prévio (FONSECA, 2011). Furmanski, Costa e Domingui (2012) conseguiram remover até 90% de azul de metileno, por adsorção com fibra de bananeira quimicamente tratada após quatro horas.

Nesse contexto, o presente trabalho é uma continuidade do trabalho anterior que visa investigar a influência da temperatura e do pH no processo de adsorção de azul de metileno utilizando fibra de bananeira como adsorvente.

METODOLOGIA

A fibra de fibroso de bananeira foi obtida pela secagem de um pseudocaule de bananeira adulta, após colheita do fruto, com posterior fragmentação.

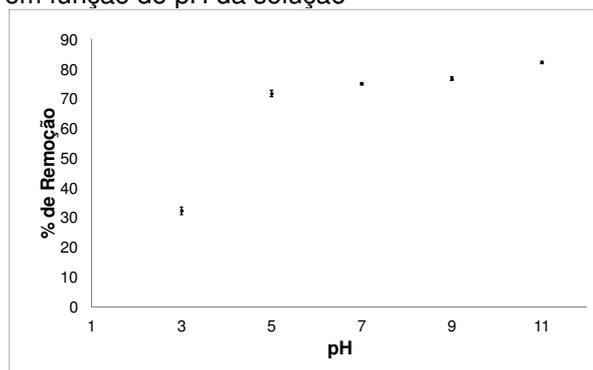
Para a análise da influência da temperatura e do pH na adsorção, colocou-se, em um reator encamisado, 200 mL de uma solução de azul de metileno 50 mg.L⁻¹ e 0,40 g de fibra de bananeira. O sistema foi posto em agitação constante, por 10 minutos. Na sequência, promoveu-se a filtração para remoção das fibras. A adsorção foi monitorada por UV-Vis, no comprimento de onda 665 nm. A porcentagem de corante removido pelo adsorvente foi determinada pela comparação da concentração do pigmento antes da adição do adsorvente e após o tratamento com fibras. O processo foi realizado entre 5 e 50 °C, em intervalos de 5 ± 1 °C, em triplicata.

Para análise da influência do pH na adsorção, utilizou-se o mesmo procedimento, na temperatura em que se obteve o melhor resultado de adsorção, na faixa de pH de 3 a 11, em intervalos de pH de 2 ± 0,1. As correções de pH foram feitas com ácido clorídrico e hidróxido de sódio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a adsorção do azul de metileno em função do pH da solução, observou-se que quanto maior o pH mais eficaz foi a adsorção. A Figura 1 representa o gráfico da adsorção da solução após adsorção com fibra de bananeira, em função do pH.

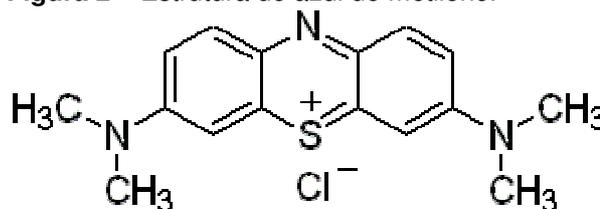
Figura 1 – Absorbância da solução após adsorção em função do pH da solução



Os resultados mostram que para remoção de azul de metileno, com fibra de bananeira, pH's básicos apresentam melhor eficiência, atingindo valores superiores a 80 % quando o pH da solução é igual a 11.

Cabe ressaltar que o próprio azul de metileno, em solução aquosa, apresenta pH básico devido a sua estrutura catiônica, apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura do azul de metileno.



Fonte: Hassan et al. (2013)

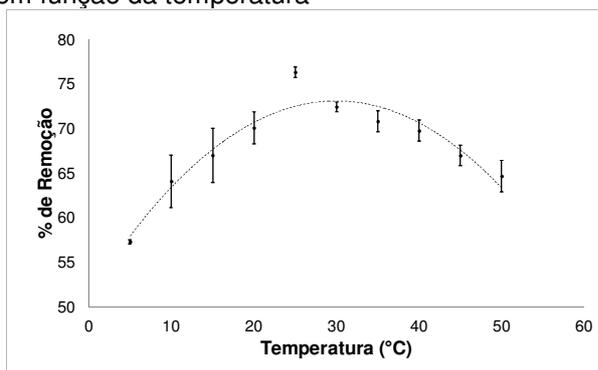
Comparando os resultados com outros trabalhos, percebe-se coerência no resultado. Cardoso (2010) utilizou como adsorvente casca de pinhão para remoção de azul de metileno e obteve melhor adsorção com pH's acima de 8. Segundo Gregório et al. (2012), que usou como adsorvente babaçu in natura para remoção de corante azul de metileno, a adsorção também foi melhor em pH's mais altos, obtendo 91 % de remoção para pH igual a 7.

Por outro lado, quando se utiliza como biossorvente mesocarpo de coco verde para remoção de corante cinza reativo BF-2R, Rocha et al. (2012) obtiveram melhores resultados para pH igual a 2.

Isso indica que o melhor pH depende do tipo de corante a ser utilizado e não da natureza fibrosa do biossorvente. Isso pode ser explicado considerando as interações eletrostáticas entre a carga superficial negativa do biossorvente com a carga positiva do corante azul de metileno.

Analisando a adsorção em função da temperatura observou-se que na temperatura ambiente (25 °C) a adsorção se dá de forma mais eficaz. A Figura 3 demonstra a capacidade de remoção do azul de metileno por biomassa fibrosa do pseudocaule de bananeira, em função da temperatura.

Figura 3 – Absorbância da solução após adsorção em função da temperatura



Um estudo sobre a dependência da temperatura da reação de adsorção fornece informações sobre a variação de entalpia durante adsorção. A mudança de temperatura vai mudar a capacidade de equilíbrio do adsorvente para um determinado corante (DOGAN et al., 2009).

Segundo Hassan et al. (2013) que utilizou como corante o azul de metileno e como adsorvente o *Haloxylon recurvum*, que é um gênero de arbustos ou árvores de pequeno porte, que cresce nas regiões da Ásia Central, Egito e China, a adsorção do corante diminuiu com o aumento da temperatura da solução. O melhor resultado foi a 25 °C.

De acordo com Silva et al. (2005) que utilizou como adsorvente serragem e como corante azul de metileno, à medida que a temperatura aumenta a quantidade máxima adsorvida diminuiu. O melhor resultado foi a 25 °C.

Em ambos os trabalhos a adsorção diminuiu quando a temperatura aumentou, comparando com os resultados do gráfico, a adsorção diminuiu em certo ponto, e com o aumento da temperatura, ela cresceu novamente.

CONCLUSÕES

Os dados demonstram a possibilidade do uso da fibra de bananeira na remoção do corante azul de metileno em soluções aquosas. Os melhores resultados foram obtidos inicialmente para a temperatura ambiente (25 °C) e a pH's mais elevados (acima de 9).

O comportamento obtido para o pH foi similar ao comportamento obtido por outros trabalhos que utilizaram o mesmo corante e outros biossorventes. Isso se deve às propriedades catiônicas do adsorvato, que facilita sua ligação com adsorvente em pH's maiores.

Por outro lado, o comportamento da adsorção em função da temperatura foi inédito. A constante *k* de cinética é influenciada pela temperatura. Porém, o comportamento apresentado não foi linear, crescente ou decrescente, mas apresentou um comportamento parabólico, que requer novos estudos para maiores aprofundamentos sobre esse comportamento.

AGRADECIMENTOS

A Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do Instituto Federal de Santa Catarina, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AKSU, Z.; TEZER, S. Biosorption of reactive dyes on the green alga *Chlorella vulgaris*, **Process Biochemistry**, n. 40, v. 3-4, p. 1347-1361, 2005.
- ALBERTINI, S.; CARMO, L. F. do; PRADO FILHO, L. G. do. **Utilização de serragem e bagaço de cana-de-açúcar para adsorção de cádmio**. *Ciência e Tecnologia Alimentos*, 27(1): 113-118, jan-mar. 2007.
- ANWAR, J. et al. Removal of Pb(II) and Cd(II) from water by adsorption on peels of banana. **Bioresour Technol**, 101, 1752-1755, Mar, 2010.
- ASSIS, J. C. de; GORGULHO, H. de F.; MARTELLI, P. B. Estudo em fluxo da adsorção de Cu²⁺ por biossorventes. **Anais da 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Florianópolis, 2011.
- BASTIAN, E. Y. O. et al. **Guia técnico ambiental da indústria têxtil**. São Paulo: CETESB/SINDTÊXTIL, 2009.
- BELTRAME, L. **Caracterização de efluente têxtil e proposta de tratamento**. Dissertação apresentada ao programa de Pós – Engenharia química. Natal, 2000.
- CARDOSO, Natali. **Remoção do corante azul de metileno de efluente aquosos utilizando casca de pinhão in natura e carbonizada como adsorvente**. Dissertação de mestrado. Programa de pós graduação em química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.
- CARVALHO, K. C. C. de et al. Preparação e caracterização de fibras de bagaço de cana modificadas com nanopartículas de óxido de zircônio. **Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais – CBECiMat**, Campos do Jordão, 2010.
- DOGAN, M., ABAK, H., ALKAN, M. Adsorption of methylene blue onto hazelnut shell: kinetics, mechanism and activation parameters. **J. Hazard. Mater.** 164, 172–181, 2009.
- FAO – Food and Agriculture Organization. **Food and Agricultural commodities production**, 2009. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Acesso: 26 de maio, 2013.
- FERNANDES, A. et al. **Relatório de projeto submetido a avaliação parcial da unidade curricular projeto FEUP**, 2010.
- FONSECA, J. M. et al. Adsorção de chumbo utilizando casca com bagaço de laranja quimicamente modificado com HCl. **Anais da 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Florianópolis, 2011.
- FURMANSKY, L., COSTA, P.; DOMINGUINI, L. Estudo da cinética de adsorção de azul de metileno por resíduos fibrosos de bananeira. **VII Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental**. Criciúma, 2012.

GREGÓRIO, A. M.; Da SILVA, P.R; De FARIA, E. O.; KRAUSER, M. O. ; Leal, P. V. B. Influência do pH na adsorção de azul de metileno em Babaçu in natura. **52º Congresso Brasileiro de Química**. Recife, 2012.

GUPTA, V. K. Application of low-cost adsorbents for dye removal: a review. **J. Environ. Manage**, 90, p. 2313-2342, 2009.

HASSAN, W.; FAROOQ, U.; AHMAD, M.; ATHAR, M.; AIN KHAN. Potential biosorbent, *Haloxylon recurvum* plant stems, for the removal of methylene blue dye. **Arabian Journal of Chemistry**. Arabian, 2013.

KUNZ, A. et al. Novas Tendências no Tratamento de Efluentes Têxteis. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 25, p. 78-82, 2002.

MONTEIRO, R. A.; YAMAURA, M.. Fibras de coco verde para adsorção de íons uranilo. **Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 2007.

MUXEL, A. A.; ALFAYA, A. A. S.. Propriedades do compósito fibra natural de algodão/zro2 como adsorvente de íons cr(vi) em meio aquoso. **Anais da 31ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Águas de Lindóia, 2008.

OBARA-DOI, S. M.; TROMBINI, R. B. Remoção de cor e análises físico-química de efluentes de indústrias têxteis tratados com ganoderma SPP. **Revista F@pciência**, Apucarana-PR, v.9, n. 12, p. 101 – 122, 2012.

PERES, C. S.; ABRAÃO, A. J. Características e sistemas de tratamento de águas residuais das indústrias têxteis – uma pequena abordagem. **Química têxtil**, São Paulo, 1998.

RABELO, R. B.; ALBARELLI, J. Q.; BEPPU, M. M.. Desenvolvimento de tecnologia social para remoção de metais pesados utilizando cascas de banana como adsorvente. **Anais do VI Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social**, 2009.

ROCHA, O. R. S. et al. Avaliação do processo adsorptivo utilizando mesocarpo de coco verde para remoção do corante cinza reativo BF-2R. **Revista Química Nova**, vol. 35 n. 7, 2012.

SILVA, T.; FELIX, T.; DEBACHER, N. Efeito da temperatura na adsorção de azul de metileno em serragem. **Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Catarina**. Florianópolis, 2005.

SOUZA, D. A. de; et al. Estudo do comportamento térmico e da adsorção de metais pesados em fibras de coco verde (*Cocos nucifera*) funcionalizadas com P=S. **Anais da 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 2007.